

APPARATUS AND METHOD FOR MEASURING CULTURED STATE OF PLANT CELL

Publication number: JP2004101196

Publication date: 2004-04-02

Inventor: KATSUMATA MASAKAZU

Applicant: HAMAMATSU PHOTONICS KK

Classification:

- International: G01N15/00; G01N21/27; G01N21/64; G01N33/48;
G01N33/483; G01N15/00; G01N21/25; G01N21/64;
G01N33/48; G01N33/483; (IPC1-7): G01N21/27;
G01N15/00; G01N21/64; G01N33/48; G01N33/483

- european:

Application number: JP20020259184 20020904

Priority number(s): JP20020259184 20020904

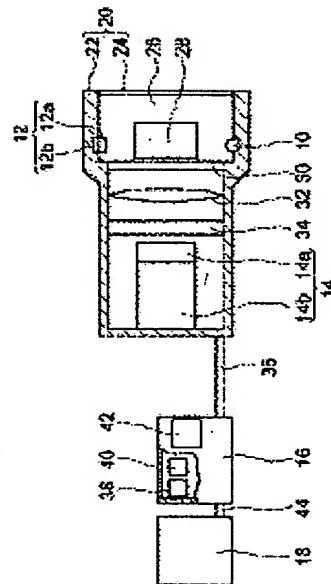
Report a data error here

Abstract of JP2004101196

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an apparatus and a method for measuring the cultured state of phytoplanktons capable of easily measuring the relation between the number and density of live cells of the phytoplanktons.

SOLUTION: A liquid contains the phytoplanktons, and a container containing the liquid is installed at an installing part 28 in a cabinet 20. The liquid is irradiated with measuring light from a light source 10 to measure the absorbance of the liquid or the luminous quantity of scattered light by a first measuring part 12. The luminous quantity of delayed light emission generated from the phytoplanktons by irradiation with the measuring light is measured by a second measuring part 14. The measured absorbance or the luminous quantity of the scattered light and the luminous quantity of the delayed light emission are transmitted to an analysis part 16. A computation part 38 in the analysis part 16 determines a correlation value by performing prescribed operation based on the luminous quantity of the delayed light emission and the absorbance or the luminous quantity of the scattered light.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-101196

(P2004-101196A)

(43) 公開日 平成16年4月2日 (2004.4.2)

(51) Int.Cl.⁷

F 1

テーマコード (参考)

GO 1 N 21/27

GO 1 N 21/27

B

2 G 0 4 3

GO 1 N 15/00

GO 1 N 15/00

B

2 G 0 4 5

GO 1 N 21/64

GO 1 N 21/64

B

2 G 0 5 9

GO 1 N 33/48

GO 1 N 21/64

Z

GO 1 N 33/483

GO 1 N 33/48

N

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2002-259184 (P2002-259184)

(22) 出願日

平成14年9月4日 (2002.9.4)

(71) 出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹

(74) 代理人 100089978

弁理士 堀田 辰也

(74) 代理人 100092657

弁理士 寺崎 史朗

(72) 発明者 勝又 政和

静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1

浜松ホトニクス株式会社内

最終頁に続く

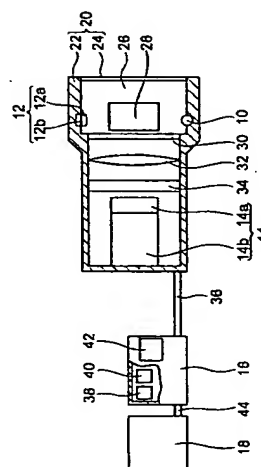
(54) 【発明の名称】 植物性細胞の育成状態測定装置および育成状態測定方法

(57) 【要約】

【課題】 植物性プランクトンの生細胞数と密度との関係を容易に測定可能な植物性プランクトンの育成状態測定装置および育成状態測定方法を提供すること。

【解決手段】 植物性プランクトンを含む液体を入れた容器は、筐体 20 内の設置部 28 に設置される。液体には光源 10 からの測定光が照射され、第 1 測定部 12 により液体の吸光度または散乱光の光量が測定される。また、測定光が照射されたことにより植物性プランクトンから生じる遅延発光の光量は、第 2 測定部 14 に測定される。測定された吸光度または散乱光の光量と遅延発光の光量とは、解析部 16 に送信され、解析部 16 内の算出部 38 は、遅延発光の光量と吸光度または散乱光の光量とに基づいて所定の演算を行うことにより相関値を求める。

【選択図】 図 1



05.3.08

SEARCH REPORT

【特許請求の範囲】

【請求項1】

植物性細胞を含む液体に所定波長の測定光を照射する光源と、
前記測定光に対する前記液体の吸光度または散乱光の光量を測定する第1測定部と、
前記液体に含まれる前記植物性細胞から生じる遅延発光の光量を測定する第2測定部と、
前記第1測定部により測定された前記吸光度または前記散乱光の光量および前記第2測定部により測定された前記遅延発光の光量に基づいて、前記植物性細胞の育成状態に相関する相関値を求める算出部と、を備えることを特徴とする植物性細胞の育成状態測定装置。

【請求項2】

前記第1測定部は、前記液体に照射された前記測定光の透過光または散乱光を検知する第1光センサを含み、
前記第2測定部は、前記遅延発光を検知する第2光センサを含み、
前記光源、前記第1光センサおよび前記第2光センサは、前記液体を入れた容器を設置可能であり且つ遮光性を有する筐体に收容されていることを特徴とする請求項1に記載の植物性細胞の育成状態測定装置。

【請求項3】

前記第1測定部は、前記液体に照射された前記測定光の透過光または散乱光を検知する第1光センサを含み、
前記第2測定部は、前記遅延発光を検知する第2光センサを含み、
前記光源、前記第1光センサおよび前記第2光センサは、筐体に收容され、
前記筐体は、当該筐体内に設けられた液体導入部に前記液体を導くための導入口が形成されていると共に、当該導入口を閉塞可能な蓋部を有し、
前記液体導入部は、前記蓋部にて前記導入口を閉塞した状態で防水されることを特徴とする請求項1に記載の植物性細胞の育成状態測定装置。

【請求項4】

前記光源、前記第1光センサおよび前記第2光センサは、前記筐体内に防水された状態で收容されていることを特徴とする請求項3記載の植物性細胞の育成状態測定装置。

【請求項5】

前記第1測定部は、前記液体に照射された前記測定光の透過光または散乱光を検知する第1光センサを含み、
前記第2測定部は、前記遅延発光を検知する第2光センサを含み、
前記光源、前記第1光センサおよび前記第2光センサは、筐体に收容され、
前記筐体は、当該筐体内に設けられた液体導入部に前記液体を供給するための供給路と、当該液体導入部から前記液体を排出するための排出路とが設けられていることを特徴とする請求項1に記載の植物性細胞の育成状態測定装置。

【請求項6】

前記筐体は、第1筐体と第2筐体とを有し、
前記第1筐体には、前記光源と前記第1光センサとが設けられ、
前記第2筐体には、前記光源と前記第2光センサとが設けられていることを特徴とする請求項5に記載の植物性細胞の育成状態測定装置。

【請求項7】

前記光源は、前記植物性細胞を培養する培養光を前記液体にさらに照射することを特徴とする請求項1に記載の植物性細胞の育成状態測定装置。

【請求項8】

前記光源、前記第1測定部および前記第2測定部は、それぞれ複数設けられていることを特徴とする請求項1に記載の植物性細胞の育成状態測定装置。

【請求項9】

植物性細胞を含む液体に所定波長の測定光を照射する光源と、
前記光源の光照射方向に対向する位置に配置され、光を吸収する光トラップと、
前記測定光に対する前記液体の散乱光の光量を測定するとともに、前記液体に含まれる前

記植物性細胞から生じる遅延発光の光量を測定する測定部と、前記測定部により測定された前記散乱光の光量および前記測定部により測定された前記遅延発光の光量に基づいて、前記植物性細胞の育成状態に相関する相関値を求める算出部と、を備えることを特徴とする植物性細胞の育成状態測定装置。

【請求項 10】

植物性細胞を含む液体に所定波長の測定光を照射する光源と、前記測定光に対する前記液体の吸光度を測定するとともに、前記液体に含まれる前記植物性細胞から生じる遅延発光の光量を測定する測定部と、前記測定部により測定された前記吸光度および前記測定部により測定された前記遅延発光の光量に基づいて、前記植物性細胞の育成状態に相関する相関値を求める算出部と、を備えることを特徴とする植物性細胞の育成状態測定装置。

10

【請求項 11】

前記算出部は、前記遅延発光の光量と前記吸光度または前記散乱光の光量とを元に演算することで、前記相関値を求めることを特徴とする請求項 1～10 のいずれか一項に記載の植物性細胞の育成状態測定装置。

【請求項 12】

前記算出部に求められた前記相関値を順次記憶する記憶部と、前記記憶部に順次記憶された複数の前記相関値を表示する表示部と、をさらに備えることを特徴とする請求項 1～11 のいずれか一項に記載の植物性細胞の育成状態測定装置。

20

【請求項 13】

前記植物性細胞は、植物性プランクトンであることを特徴とする請求項 1～12 のいずれか一項に記載の植物性細胞の育成状態測定装置。

【請求項 14】

植物性細胞を含む液体に所定波長の測定光を照射し、前記測定光に対する前記液体の吸光度または散乱光の光量を測定し、前記液体に含まれる前記植物性細胞から生じる遅延発光の光量を測定し、測定された前記吸光度または散乱光の光量、および前記遅延発光の光量に基づいて、前記植物性細胞の育成状態に相関する相関値を求めることを特徴とする植物性細胞の育成状態測定方法。

【発明の詳細な説明】

30

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、植物性細胞の育成状態測定装置および育成状態測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

魚介類の海産養殖業では、植物性細胞を安定して計画的に培養するために、吸光度法や蛍光法を用いて、植物性細胞の育成状態を測定することが行われている。（例えば、特許文献 1～3 参照。）。また、植物性細胞を含む液体を顕微鏡などで直接的に観察する計数法が育成状態の測定に用いられる場合もある。

【0003】

40

【特許文献 1】

特開平 8-15157 号公報

【特許文献 2】

特開平 8-242886 号公報

【特許文献 3】

特許第 2896575 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

本発明者は、植物性細胞の培養技術について研究を行っており、植物性細胞を安定して計画的に培養するためには、液体中の植物性細胞の生細胞の数と、液体中の植物性細胞の密

50

度とに基づく関係が重要であることを見出した。

【0005】

しかしながら、上記の吸光度法や蛍光法を用いた方法では、植物性細胞の生細胞数および密度の双方に関する情報を得る事ができない。また、計数法では、これら両者に関する情報を得ることが可能となるものの、液体の抜き取りや染色や計数等の手順を必要とするため作業が煩雑で時間が掛ってしまう。このため、植物性細胞の生細胞数および密度の双方に関する情報を容易に得る事ができず、両者の関係を測定することが困難となってしまう。

【0006】

本発明は、上述の点に鑑みてなされたもので、植物性細胞の生細胞数と密度との関係を容易に測定可能な植物性細胞の育成状態測定装置および育成状態測定方法を提供することを目的とする。

10

【0007】

【課題を解決するための手段】

このような目的を達成するために、本発明に係る植物性細胞の育成状態測定装置は、植物性細胞を含む液体に所定波長の測定光を照射する光源と、所定波長の測定光に対する液体の吸光度または散乱光の光量を測定する第1測定部と、液体に含まれる植物性細胞から生じる遅延発光の光量を測定する第2測定部と、第1測定部により測定された吸光度または散乱光の光量および第2測定部により測定された遅延発光の光量に基づいて、植物性細胞の育成状態に相関する相関値を求める算出部と、を備えることを特徴としている。

20

【0008】

この発明によれば、所定波長の測定光に対する液体の吸光度または散乱光の光量は第1測定部により測定され、植物性細胞から生じる遅延発光の光量は第2測定部により測定される。植物性細胞の育成状態に相関する相関値は、算出部により吸光度または散乱光の光量と遅延発光の光量とに基づいて求められる。液体の吸光度または散乱光の光量は、液体に含まれる植物性細胞の密度に応じて変化し、遅延発光の光量は、液体に含まれる植物性細胞のうちの生細胞の数に応じて変化する。このため、得られる相関値は、植物性細胞の生細胞数と密度とに基づいて求められるものとなる。従って、植物性細胞の生細胞数と密度との関係を容易に測定することができる。

【0009】

また、本発明に係る植物性細胞の育成状態測定装置では、第1測定部は、液体に照射された測定光の透過光または散乱光を検知する第1光センサを含み、第2測定部は、遅延発光を検知する第2光センサを含み、光源、第1光センサおよび第2光センサは、液体を入れた容器を設置可能であり且つ遮光性を有する筐体に収容されていることが好ましい。

30

【0010】

この場合、筐体内には、光源、第1光センサおよび第2光センサが設けられているので、筐体外からの光が液体に照射されることが防止されると共に、第1光センサおよび第2光センサが筐体外からの光を検知してしまうことが防止されることとなる。従って、外光による測定精度の悪化を防止することができる。

【0011】

また、本発明に係る植物性細胞の育成状態測定装置では、第1測定部は、液体に照射された測定光の透過光または散乱光を検知する第1光センサを含み、第2測定部は、遅延発光を検知する第2光センサを含み、光源、第1光センサおよび第2光センサは、筐体に収容され、筐体は、筐体内に設けられた液体導入部に液体を導くための導入口が形成されていると共に、導入口を閉塞可能な蓋部を有し、液体導入部は、蓋部にて導入口を閉塞した状態で防水されることが好ましい。

40

【0012】

この場合、液体は、導入口から筐体内に設けられた液体導入部に導かれることとなる。液体導入部は、蓋部にて導入口を閉塞した状態では防水されている。また、筐体内には、光源、第1光センサおよび第2光センサが設けられている。このため、直接に筐体内に液体

50

を入れることで、測定を行うことができ、測定を行う前の作業が簡素化される。

【0013】

また、本発明に係る植物性細胞の育成状態測定装置では、光源、第1光センサおよび第2光センサは、筐体内に防水された状態で収容されていることが好ましい。この場合、使用者が液体を筐体内に入れなくとも、筐体を水中に沈めることで、筐体内に液体を導くことができる。従って、測定を行う前の作業がさらに簡素化される。

【0014】

また、本発明に係る植物性細胞の育成状態測定装置では、第1測定部は、液体に照射された測定光の透過光または散乱光を検知する第1光センサを含み、第2測定部は、遅延発光を検知する第2光センサを含み、光源、第1光センサおよび第2光センサは、筐体に収容され、筐体は、筐体内に設けられた液体導入部に液体を供給するための供給路と、液体導入部から液体を排出するための排出路とが設けられていることが好ましい。

10

【0015】

この場合、植物性細胞を含む液体は、供給路から液体導入部に供給され、排出路から液体導入部外へ排出されることとなる。このため、液体の供給と排出とに関する作業を容易にすることができる。

【0016】

また、本発明に係る植物性細胞の育成状態測定装置では、筐体は、第1筐体と第2筐体とを有し、第1筐体には、光源と第1光センサとが設けられ、第2筐体には、光源と第2光センサとが設けられていることが好ましい。この場合、光源は、第1筐体内と第2筐体内にそれぞれ設けられ、第1筐体内で液体の吸光度または散乱光の光量が測定され、第2筐体内で遅延発光の光量が測定される。このため、吸光度または散乱光の光量と遅延発光の光量とのそれぞれの測定で好適な波長の測定光を液体に照射することができる。

20

【0017】

また、本発明に係る植物性細胞の育成状態測定装置では、光源は、植物性細胞を培養する培養光を液体にさらに照射することが好ましい。この場合、筐体内で植物性細胞を培養することが可能となる。

【0018】

また、本発明に係る植物性細胞の育成状態測定装置では、光源、第1測定部および第2測定部は、それぞれ複数設けられていることが好ましい。この場合、第1光センサや第2光センサの設置箇所によって、測定される吸光度または散乱光の光量、および遅延発光の光量が異なる場合にも、それらの測定結果を平均化等することが可能となる。従って、測定精度を向上させることができる。

30

【0019】

また、本発明に係る植物性細胞の育成状態測定装置は、植物性細胞を含む液体に所定波長の測定光を照射する光源と、前記光源の光照射方向に対向する位置に配置され、光を吸収する光トラップと、前記測定光に対する前記液体の散乱光の光量を測定するとともに、前記液体に含まれる前記植物性細胞から生じる遅延発光の光量を測定する測定部と、前記測定部により測定された前記散乱光の光量および前記測定部により測定された前記遅延発光の光量に基づいて、前記植物性細胞の育成状態に相関する相関値を求める算出部と、を備えることを特徴としている。

40

【0020】

この発明によれば、測定部により、所定波長の測定光に対する液体の散乱光の光量と、植物性細胞から生じる遅延発光の光量とが測定される。植物性細胞の育成状態に相関する相関値は、算出部により散乱光の光量と遅延発光の光量とに基づいて求められる。液体の散乱光の光量は、液体に含まれる植物性細胞の密度に応じて変化し、遅延発光の光量は、液体に含まれる植物性細胞のうちの生細胞の数に応じて変化する。このため、得られる相関値は、植物性細胞の生細胞数と密度とに基づいて求められるものとなる。従って、植物性細胞の生細胞数と密度との関係を容易に測定することができる。また、測定部を一つとすることができるため装置の簡素化が可能であり、製造コストの削減が可能となる。

50

【0021】

また、本発明に係る植物性細胞の育成状態測定装置は、植物性細胞を含む液体に所定波長の測定光を照射する光源と、前記測定光に対する前記液体の吸光度を測定するとともに、前記液体に含まれる前記植物性細胞から生じる遅延発光の光量を測定する測定部と、前記測定部により測定された前記吸光度および前記測定部により測定された前記遅延発光の光量に基づいて、前記植物性細胞の育成状態に相関する相関値を求める算出部と、を備えることを特徴としている。

【0022】

この発明によれば、測定部により、所定波長の測定光に対する液体の吸光度と、植物性細胞から生じる遅延発光の光量とが測定される。植物性細胞の育成状態に相関する相関値は、算出部により吸光度と遅延発光の光量とに基づいて求められる。液体の吸光度は、液体に含まれる植物性細胞の密度に応じて変化し、遅延発光の光量は、液体に含まれる植物性細胞のうちの生細胞の数に応じて変化する。このため、得られる相関値は、植物性細胞の生細胞数と密度とに基づいて求められるものとなる。従って、植物性細胞の生細胞数と密度との関係を容易に測定することができる。また、測定部を一つとすることができるため装置の簡素化が可能であり、製造コストの削減が可能となる。

10

【0023】

また、本発明に係る植物性細胞の育成状態測定装置では、算出部は、遅延発光の光量と吸光度または散乱光の光量とを元に演算することで、相関値を求めることが好ましい。この場合、遅延発光の光量と吸光度または散乱光の光量とを演算式に代入等して相関値を求めることとなる。従って、簡単に相関値を求めることができる。

20

【0024】

また、本発明に係る植物性細胞の育成状態測定装置では、算出部に求められた相関値を順次記憶する記憶部と、記憶部に順次記憶された複数の相関値を表示する表示部と、をさらに備えることが好ましい。この場合、記憶部に順次記憶された複数の相関値が表示部に表示されるので、相関値の推移が明確となる。従って、使用者は相関値の推移から育成状態が悪化した又は良好である等の情報を得ることができる。

【0025】

また、本発明に係る植物性細胞の育成状態測定装置では、植物性細胞は、植物性プランクトンであることが好ましい。この場合、植物性プランクトンを計画的に培養することが可能となるため、植物性プランクトンを餌とする動物性プランクトンの育成に役立てることができる。

30

【0026】

また、本発明に係る植物性細胞の育成状態測定方法は、植物性細胞を含む液体に所定波長の測定光を照射し、測定光に対する液体の吸光度または散乱光の光量を測定し、液体に含まれる植物性細胞から生じる遅延発光の光量を測定し、測定された吸光度または散乱光の光量、および遅延発光の光量に基づいて、植物性細胞の育成状態に相関する相関値を求めることを特徴としている。

【0027】

この発明によれば、所定波長の測定光に対する液体の吸光度または散乱光の光量が測定され、植物性細胞から生じる遅延発光の光量が測定される。その後、植物性細胞の育成状態に相関する相関値が吸光度または散乱光の光量と遅延発光の光量とに基づいて求められる。液体の吸光度または散乱光の光量は、液体に含まれる植物性細胞の密度に応じて変化し、遅延発光の光量は、液体に含まれる植物性細胞のうちの生細胞の数に応じて変化する。このため、得られる相関値は、植物性細胞の生細胞数と密度とに基づいて求められるものとなる。従って、植物性細胞の生細胞数と密度との関係を容易に測定することができる。

40

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明による植物性細胞の育成状態測定装置の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明において、同一又は相当要素には同一の符号

50

を付し、重複する説明は省略する。また、以下の実施形態においては、植物性プランクトンを測定の対象とした育成状態測定装置を示す。

【0029】

(第1実施形態)

先ず、図1および図2に基づいて、第1実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置を説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図であり、図2は、本発明の第1実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の一部構成を示すブロック図である。

【0030】

育成状態測定装置1は、光源10、第1測定部12、第2測定部14、解析部16および制御部18を備えている。光源10は、植物性プランクトンを含む液体に所定波長の測定光を照射するものであって、その波長は、450nm～750nmである。ここで、光源10は、単色光源であっても、複数の光源を組合わせた光源であってもよい。光源10の発光は、所定時間連続してもよいし、任意のパターンでパルス点灯させてもよい。また、同一または異なる波長特性を有する複数の光源を順番に発光させたり、複数の光源を同時に発光させたりしてもよい。

【0031】

第1測定部12は、測定光に対する液体の吸光度または散乱光の光量を測定するものであり、液体に照射された測定光の透過光または散乱光を検知する第1光センサ12aと、第1光センサ12aが検知して出力する信号に基づいて吸光度または散乱光の光量を算出する吸光度または散乱光量算出部12bとを有している。

【0032】

第2測定部14は、測定光が照射されたことによって植物性プランクトンから生じる遅延発光の光量を測定するものであり、遅延発光を検知する第2光センサ14aと、第2光センサ14aが検知して出力する信号に基づいて遅延発光の光量を算出する遅延発光量算出部14bとを有している。

【0033】

光源10、第1測定部12および第2測定部14は、遮光性を有する筐体20に收容されている。筐体20は、それ自体が光を遮断する遮光部材で形成されてもよく、光を遮断する塗料等を塗布した部材で形成されてもよい。

【0034】

筐体20は、本体部22と蓋部24とを有している。本体部22は、その一端側に導入口26が形成されている。導入口26は、筐体20内に植物性プランクトンを含む液体を入れるために形成されており、蓋部24により閉塞されるようになっている。

【0035】

また、筐体20内には、液体を入れた容器(図示せず)を設置可能な設置部28が光源10と第1測定部12との中間付近に設けられている。設置部28は、例えば、容器固定用の固定爪を有し、この固定爪で容器を固定するようになっている。

【0036】

筐体20内の設置部28と第2測定部14との間には、フィルタ30、集光光学系32およびシャッタ34が設けられている。フィルタ30は、筐体20の内壁面に接するように設けられ遅延発光を透過するものである。集光光学系32は、微弱な遅延発光を集光するものである。シャッタ34は、開閉自在にされており、閉じているときは遅延発光を遮断するようになっている。

【0037】

解析部16は、第1ケーブル36を介して第1測定部12と第2測定部14とに接続されており、算出部38、記憶部40および表示部42を有している。算出部38は、第1測定部12により測定された吸光度または散乱光の光量、および第2測定部14により測定された遅延発光の光量に基づいて、所定の演算式、例えば、

〔相関値〕＝〔遅延発光の光量〕／〔吸光度または散乱光の光量〕

10

20

30

40

50

なる関係式から植物性プランクトンの育成状態に相関する相関値を求める。記憶部 40 は、算出部 38 により求められた相関値を順次記憶するものである。表示部 42 は、記憶部 40 に順次記憶された複数の相関値を表示するものである。

【0038】

制御部 18 は、第 2 ケーブル 44 を介して解析部 16 に接続されている。すなわち、制御部 18 は、第 2 ケーブル 44 および第 1 ケーブル 36 を介して、第 1 測定部 12 および第 2 測定部 14 に接続されていることとなる。また、制御部 18 は、蓋部 24 の開閉、光源 10 の発光や発光の停止およびシャッタ 34 の開閉を制御する制御信号を送信する。

【0039】

次に、図 3 に基づいて育成状態測定装置 1 の動作を説明する。図 3 は、植物性プランクトンの育成状態測定装置の動作を示すフローチャートである。なお、筐体 20 内の設置部 28 には、液体を入れた容器が設置されているものとする。

【0040】

まず、制御部 18 は、光源 10 を発光させる制御信号を送信する。これにより、光源 10 は発光する (S1)。光源 10 が発光すると、第 1 測定部 12 は液体の吸光度または散乱光の光量を測定する (S2)。測定後、第 1 測定部 12 は、吸光度または散乱光の光量に関する情報を算出部 38 に送信する。その後、制御部 18 は光源 10 の発光を停止させる制御信号を送信する。これにより、光源 10 は発光を停止する (S3)。ここで、S1 から S3 の処理は、複数回に渡って繰り返行われてもよい。

【0041】

発光停止後、制御部 18 はシャッタ 34 を開動作させる制御信号を送信する。これにより、シャッタ 34 は開動作する (S4)。シャッタ 34 が開動作すると、第 2 測定部 14 は遅延発光の光量を測定する (S5)。測定後、第 2 測定部 14 は、遅延発光の光量に関する情報を算出部 38 に送信する。その後、制御部 18 は、シャッタ 34 を閉動作させる制御信号を送信する。これにより、シャッタ 34 は閉動作する (S6)。ここで、S1 から S6 の処理は、複数回に渡って繰り返行われてもよい。そして、算出部 38 は、吸光度または散乱光の光量と遅延発光の光量とに基づいて、植物性プランクトンの育成状態に相関する相関値を求める (S7)。

【0042】

相関値が求められると、記憶部 40 は相関値を記憶し (S8)、表示部 42 は記憶された相関値を表示する (S9)。ここでの表示は、例えば、画面上に表示されたグラフに、記憶された相関値がプロットされる等して行われる。そして、一連の処理は終了する。

【0043】

また、所定時間培養をした後に、再度、植物性プランクトンの育成状態を測定したい場合には、上述の動作が繰り返されることとなる。ここで、再度の測定により求められた相関値は、記憶部 40 に記憶される。このとき、前回に記憶された相関値は、消去されない。故に、記憶部 40 は、算出部 38 に求められた相関値を順次記憶することとなる。また、表示部 42 には、順次記憶された複数の相関値が表示される。

【0044】

次に、図 4 および図 5 を参照して、吸光度法、蛍光法および遅延発光法に基づいた液体の測定結果を示す。図 4 は、植物性プランクトンの生細胞を含む割合がほぼ 100% の液体と、植物性プランクトンの死細胞を含む割合がほぼ 100% の液体との 2 種類の液体の測定結果を比較したグラフであり、(a) は吸光度法に基づいて測定した結果を示し、(b) は蛍光法に基づいて測定した結果を示し、(c) は遅延発光法に基づいて測定した結果を示している。各図において、横軸はそれぞれの液体の種類を示し、縦軸はそれぞれの測定により得られた数値を示している。

【0045】

ここでは、植物性プランクトンとして微細珪藻類のイソクリシスを用い、植物性プランクトンが培養された液体を 10 分間煮沸することにより植物性プランクトンの死細胞のみを含む液体を得ている。また、吸光度法では、液体に波長 680 nm の光を照射した場合の

10

20

30

40

50

吸光度を測定し、蛍光法では、液体に波長 465 nm の光を照射した場合に蛍光する波長 688 nm の光の光量を測定し、遅延発光法では、波長 660 nm であり強度 4 mW/cm² の光を 15 秒間だけ液体に照射し、照射終了時から 1 ～ 20 秒後までの遅延発光の光量（光子数/秒）を測定している。

【0046】

図 4 (a) に示すように、吸光度法では、生細胞を含む割合がほぼ 100 % の液体の吸光度は約 0.77 であり、死細胞を含む割合がほぼ 100 % の液体の吸光度は約 0.62 である。また、図 4 (b) に示すように、蛍光法では、生細胞を含む割合がほぼ 100 % の液体からの蛍光の光量は約 3.1 であり、死細胞を含む割合がほぼ 100 % の液体からの蛍光の光量は約 1.5 である。このように、吸光度法および蛍光法では、植物性プランクトンの生死状態の正確な判定が困難である。

10

【0047】

これに対して、図 4 (c) に示すように、遅延発光法では、生細胞を含む割合がほぼ 100 % の液体からの遅延発光の光量は約 8000 であり、死細胞を含む割合がほぼ 100 % の液体からの遅延発光の光量は約 50 であり、ほとんど測定されなかった。このように、遅延発光は植物性プランクトンの生細胞から生じるものであることがわかる。従って、遅延発光法を用いれば、植物性プランクトンの生細胞数を把握することができる。

【0048】

図 5 は、液体中の植物性プランクトンの密度に対して各測定方法により得られる数値を示すグラフであり、(a) は吸光度法に基づいて測定した結果を示し、(b) は蛍光法に基づいて測定した結果を示し、(c) は遅延発光法に基づいて測定した結果を示している。各図において、横軸は細胞密度 (× 100 万細胞数/ml) を示し、縦軸はそれぞれの測定により得られた数値を示している。

20

【0049】

ここでは、植物性プランクトンとして微細珪藻類のイソクリシスを用い、液体としては植物性プランクトンの生細胞を含む割合がほぼ 100 % のものを用いた。また、照射する光の波長、強度等は、図 4 を参照して説明したものと同一である。

【0050】

図 5 (b) に示すように、蛍光法では、細胞密度が 500 万細胞数/ml 未満で、蛍光の光量は線形に変化しており、細胞密度が 500 万細胞数/ml 以上になるとその線形性が崩れる傾向にある。このように、蛍光法では、細胞密度の正確な測定が困難である。

30

【0051】

これに対して、図 5 (a) に示すように、吸光度法では、細胞密度に対して吸光度の値が線形に変化している。また、図 5 (c) に示すように、遅延発光法でも、細胞密度に対して吸光度の値が線形に変化している。このように、吸光度法および遅延発光法では、細胞密度の正確な測定が可能である。ただし、ここで用いられた液体は生細胞を含む割合がほぼ 100 % のものであり、死細胞を殆ど把握することができない遅延発光法では、生細胞および死細胞の双方を含む液体の細胞密度を正確に測定することは困難である。従って、生細胞および死細胞の双方を含む液体の細胞密度を正確に測定するためには吸光度法が適していることとなる。

40

【0052】

続いて、吸光度に代えて散乱光の光量（以下、散乱光量と称する。）を計測することによっても細胞の生死状態にかかわらず植物性細胞溶液中の細胞密度を計測できる根拠を説明する。ここでは、散乱光量は植物性細胞養液を任意の測定光が 1 cm 角のセル内を通過する際の散乱光を、測定光の進行方向に対して 90 度横向きに設置した光センサーで検出した値とした。この方法以外にも散乱光量の測定は一般的な光散乱量・濁度の測定手法であればよい。

【0053】

図 6 は、散乱光量と細胞密度の関係を表したグラフである。図 6 おいて、散乱光量 (680 nm) は、一般的に光合成を行う植物細胞が高い光吸収を持つ波長である 680 nm の

50

波長の光を測定光とした場合の結果である。また、図6において、散乱光量(780nm)は、一般的に植物性細胞が光吸収を持たない波長である780nmの波長の光を測定光とした場合の結果である。図6に示されるように、測定光の波長にかかわらず散乱光量と細胞密度に相関があることがわかる。このため、任意の光波長の散乱光量を計測することによっても細胞量を計測することができる。

【0054】

図7(a)及び(b)は、生細胞と死細胞における散乱光量の計測結果を示している。図7(a)は、植物性細胞が高い光吸収を持つ680nmの波長の光を測定光とした場合の結果である。図7(b)は、植物性細胞が光吸収を持たない780nmの波長の光を測定光とした場合の結果である。死細胞は生細胞溶液を10分間煮沸することによって得た。図7(a)において、生細胞を含む割合がほぼ100%の液体の散乱光量は79.5であり、死細胞を含む割合がほぼ100%の液体の散乱光量は63.8である。図7(b)において、生細胞を含む割合がほぼ100%の液体の散乱光量は36.1であり、死細胞を含む割合がほぼ100%の液体の散乱光量は26.8である。図7(a)及び(b)の示す結果は、吸光度を用いた場合と同様の傾向を示した。このように、散乱光量を測定することにより吸光度を測定した場合とほぼ同じ結果を得ることができる。

【0055】

次に、図8および図9を参照して、各条件に対する相関値を示す。ここでの相関値は、遅延発光の光量を吸光度で除することによって求められている。図8は、植物性プランクトンを含む液体の生細胞の割合に対する相関値を示すグラフである。図8において、横軸は生細胞の割合を示し、縦軸は相関値を示している。

【0056】

ここでは、植物性プランクトンとして微細珪藻類のイソクリシスを用い、植物性プランクトンが培養された液体を10分間煮沸することにより死細胞を含む割合がほぼ100%の液体を得て、その液体と生細胞を含む割合がほぼ100%の液体と混合することにより測定に用いる液体を得ている。また、吸光度法および遅延発光法において、照射する光の波長、強度等は、図4を参照して説明したものと同一である。なお、細胞密度は、すべての液体においてほぼ同じであるものとする。

【0057】

図8に示すように、相関値は、液体中の生細胞の割合が高いほど高い値を示し、生細胞の割合に対して線形に変化する。このように、相関値は生細胞の割合を示す指標になっている。

【0058】

図9は、生育条件に対する相関値を示すグラフである。図9において、横軸は生育条件を示し、縦軸は相関値を示し、培地が充分通気されている状態を適正条件とし、培地への通気を停止した状態を劣悪条件としている。ここでは、植物性プランクトンとして微細珪藻類のイソクリシスを用いている。また、吸光度法および遅延発光法において、照射する光の波長、強度等は、図4を参照して説明したものと同一である。

【0059】

図9に示すように、相関値は、適正条件である場合に約10500と高い値を示し、劣悪条件である場合に約2300と低い値を示した。このように、相関値は、育成状態の良し悪しを示す指標になっている。

【0060】

このため、例えば表示部42に図10に示すようなグラフが表示される場合、使用者は、このグラフに基づいて、育成状態が悪化した又は良好である等の情報を得ることができ、さらには、植物性プランクトンの培養条件を適正に調整することができるようになる。

【0061】

図10は、相関値の推移を説明するグラフであり、表示部での表示例を示している。図10に示すグラフにおいて、横軸は吸光度を示し、縦軸は遅延発光の光量を示し、相関値の推移は、測定によって得られる吸光度と遅延発光の光量とに基づいてプロットした各点を

10

20

30

40

50

結ぶ直線の傾きとして示されている。この場合、細胞増殖速度にかかわらず、細胞の死亡率が変化しなければ傾きは一定である。傾きが或る一定値を維持している間は、培養条件は悪化していないことを示している。一方、傾きが緩やかになってくると、培養条件が悪化しつつあることを示している。このように、複数の相関値を例えば図10に示すグラフのように表示することで、使用者は培養状態を監視し、調整することができるようになる。相関値の推移は、測定によって得られる散乱光の光量と遅延発光の光量とに基づいてプロットした場合においても同様の結果が得られる（図面省略）。

【0062】

以上のように、本実施形態によれば、第1測定部12により所定波長の測定光に対する液体の吸光度または散乱光の光量が測定され、第2測定部14により植物性細胞から生じる遅延発光の光量が測定される。その後、算出部38により植物性細胞の育成状態に相関する相関値が、吸光度または散乱光の光量と遅延発光の光量とに基づいて求められる。液体の吸光度または散乱光の光量は、液体に含まれる植物性プランクトンの密度に応じて変化し、遅延発光の光量は、液体に含まれる植物性プランクトンのうちの生細胞の数に応じて変化する。このため、得られる相関値は、植物性プランクトンの生細胞数と密度とから求められるものとなる。従って、植物性プランクトンの生細胞数と密度との関係を容易に測定することができる。

10

【0063】

また、本実施形態では、筐体20内には、光源10、第1測定部12および第2測定部14が設けられているので、筐体20外からの光が液体に照射されることが防止されると共に、第1測定部12および第2測定部14が筐体20外からの光を検知してしまうことが防止されることとなる。従って、外光による測定精度の悪化を防止することができる。

20

【0064】

また、本実施形態では、遅延発光の光量と吸光度または散乱光の光量とを演算式に代入等して相関値を求めることとなる。従って、簡単に相関値を求めることができる。さらには、遅延発光の光量を吸光度または散乱光の光量で除して相関値を求めているので、相関値は、生細胞数を密度で除した値となる。すなわち、相関値は、生細胞数を全細胞数で除した値に液体の容量を乗じた値となる。このため、液体に含まれる植物性プランクトンの生細胞と死細胞との割合が明確になり、植物性プランクトンの育成状態をより明確に測定することができる。

30

【0065】

また、本実施形態では、記憶部40に順次記憶された複数の相関値が表示部42に表示されるので、相関値の推移が明確となる。従って、使用者は相関値の推移から育成状態が悪化した又は良好である等の情報を得ることができる。

【0066】

また、本実施形態では、植物性プランクトンを計画的に培養することが可能となるため、植物性プランクトンを餌とする動物性プランクトンの育成に役立てることができる。

【0067】

（第2実施形態）

次に、植物性プランクトンの育成状態測定装置の第2実施形態について説明する。図11は、本発明の第2実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。第2実施形態に係る育成状態測定装置は、直接液体を筐体20内に導入し得る構成とした点等で第1実施形態に係る育成状態測定装置と相違する。

40

【0068】

育成状態測定装置2は、液体導入部46を有している。液体導入部46は、蓋部24と、フィルタ30と、筐体20における蓋部24とフィルタ30との間に位置する内壁部分とで構成される。第2実施形態のフィルタ30は、筐体20の内壁に密着しているか又はシール部材を介して密着している。また、本実施形態の蓋部24は、導入口26を閉じた状態では、筐体20の内壁に密着するか又はシール部材を介して密着する。これらにより、フィルタ30および蓋部24は液体導入部46からの漏水を防止するようになり、液体導

50

入部 4 6 は導入口 2 6 から注入された液体を貯留可能となる。

【0069】

また、第 2 実施形態では、光源 1 0 および第 1 測定部 1 2 は、それ自体が防水構造されている。これは、液体導入部 4 6 が液体を貯留するため、光源 1 0 および第 1 測定部 1 2 が防水されていないと液体との接触により壊れてしまうからである。また、光源 1 0 および第 1 測定部 1 2 は、それ自体が防水構造とされていないなくとも、光透過性の部材により液体の浸入が防止されているもよい。

【0070】

このような構成を有する育成状態測定装置 2 においては、液体を容器に入れて筐体 2 0 内に設置する必要がなく、液体を容器に入れる作業が省略されることとなる。また、光源 1 0 からの測定光は、容器を介して液体に照射されることがなく直接に照射されることとなる。

【0071】

以上のように、本実施形態によれば、第 1 実施形態と同様に、植物性プランクトンの生細胞数と密度との関係を容易に測定することができる。また、外光による測定精度の悪化を防止することができ、簡単に相関値を求めることができ、植物性プランクトンの育成状態をより明確に測定することができる。さらには、使用者は相関値の推移から育成状態が悪化した又は良好である等の情報を得ることができ、動物性プランクトンの育成に役立てることができる。

【0072】

また、本実施形態では、液体は、導入口 2 6 から筐体 2 0 内に設けられた液体導入部 4 6 に導かれることとなる。液体導入部 4 6 は、蓋部 2 4 にて導入口 2 6 を閉塞した状態では防水されている。また、筐体 2 0 内には、光源 1 0、第 1 測定部 1 2 および第 2 測定部 1 4 が設けられている。このため、直接に筐体 2 0 内に液体を入れることで、測定を行うことができ、測定を行う前の作業が簡素化される。さらには、光源 1 0 からの測定光は、容器を介して液体に照射されることがなく直接に照射されることとなるので、用いる容器によって測定結果がばらついてしまうという事態を解消することができる。

【0073】

(第 3 実施形態)

次に、植物性プランクトンの育成状態測定装置の第 3 実施形態について説明する。図 1 2 は、本発明の第 3 実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。

【0074】

育成状態測定装置 3 は、筐体 2 0 を水中に投下等して用いるものであり、筐体 2 0 の外部から内部への浸水を防止するように構成されている。すなわち、第 3 実施形態の第 2 測定部 1 4 は、フィルタ 3 0 により液体導入部 4 6 からの液体の浸入が防止されており、筐体 2 0 外部からの液体の浸入が筐体 2 0 自体によって防止されている。また、光源 1 0 および第 1 測定部 1 2 は、それ自体が防水構造とされているか、又は、光透過性の部材により液体の浸入が防止されている。これらにより、光源 1 0、第 1 測定部 1 2 および第 2 測定部 1 4 は、筐体 2 0 内に防水された状態で収容されていることとなる。

【0075】

以上のように、本実施形態によれば、第 2 実施形態と同様に、植物性プランクトンの生細胞数と密度との関係を容易に測定することができる。また、外光による測定精度の悪化を防止することができ、簡単に相関値を求めることができ、植物性プランクトンの育成状態をより明確に測定することができる。また、使用者は相関値の推移から育成状態が悪化した又は良好である等の情報を得ることができ、動物性プランクトンの育成に役立てることができる。さらには、測定を行う前の作業が簡素化され、用いる容器によって測定結果がばらついてしまうという事態を解消することができる。

【0076】

また、本実施形態では、使用者が液体を筐体 2 0 内に入れなくとも、筐体 2 0 を水中に沈

10

20

30

40

50

めることで、筐体 20 内に液体を導くことができる。従って、測定を行う前の作業がさらに簡素化される。

【0077】

なお、本実施形態では、植物性プランクトンの育成状態測定装置 3 は、植物性プランクトンの培養に利用されるだけでなく、池等の水質を調査することに利用されてもよい。

【0078】

(第 4 実施形態)

次に、植物性プランクトンの育成状態測定装置の第 4 実施形態について説明する。図 13 は、本発明の第 4 実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。

【0079】

育成状態測定装置 4 は、液体導入部 46 に連通された供給路 48 と排出路 50 とを有している。供給路 48 は液体導入部 46 に液体を供給するものであり、排出路 50 は液体導入部 46 から液体を排出するものである。また、供給路 48 と排出路 50 とは、植物性プランクトンの培養を行う培養槽にも接続されている。このため、液体導入部 46 には液体が常に入っている。

【0080】

以上のように、本実施形態によれば、第 2 実施形態と同様に、植物性プランクトンの生細胞数と密度との関係を容易に測定することができる。また、外光による測定精度の悪化を防止することができ、簡単に相関値を求めることができ、植物性プランクトンの育成状態をより明確に測定することができる。また、使用者は相関値の推移から育成状態が悪化した又は良好である等の情報を得ることができ、動物性プランクトンの育成に役立てることができる。さらには、測定を行う前の作業が簡素化され、用いる容器によって測定結果がばらついてしまうという事態を解消することができる。

【0081】

また、本実施形態では、液体は、供給路 48 から液体導入部 46 に供給され、排出路 50 から液体導入部 46 外へ排出されることとなる。このため、液体導入部 46 内への液体の供給と排出とを容易にすることができる。さらに、液体導入部 46 は、供給路 48 を介して培養槽に接続されており、排出路 50 を介して培養槽に接続されている。このため、液体導入部 46 には、液体が常に供給されていることとなり、リアルタイムな測定を行うことが可能となる。

【0082】

(第 5 実施形態)

次に、植物性プランクトンの育成状態測定装置の第 5 実施形態について説明する。図 14 は、本発明の第 5 実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。第 5 実施形態の育成状態測定装置は、吸光度または散乱光の光量の測定を行うための筐体と遅延発光の光量の測定を行うための筐体とを異ならせた構成になっている。

【0083】

育成状態測定装置 5 は、第 1 筐体 20 a および第 2 筐体 20 b を有している。第 1 筐体 20 a は、光源 10、第 1 測定部 12 および第 1 液体導入部 46 a を有している。このため、第 1 筐体 20 a では、吸光度または散乱光の光量が測定されることとなる。また、第 1 筐体 20 a には、第 1 液体導入部 46 a に連通する供給路 48 が接続されている。この供給路 48 は、培養槽にも接続されている。

【0084】

第 2 筐体 20 b は、光源 10、フィルタ 30、集光光学系 32、シャッタ 34、第 2 測定部 14 および第 2 液体導入部 46 b を有している。このため、第 2 筐体 20 b 内では、遅延発光の光量が測定されることとなる。また、第 2 筐体 20 b には、第 2 液体導入部 46 b に連通する排出路 50 が接続されている。この排出路 50 は、培養槽にも接続されている。

【0085】

10

20

30

40

50

さらに、育成状態測定装置 5 は、第 1 液体導入部 46 a および第 2 液体導入部 46 b に連通する接続路 52 を有している。このため、培養槽からの液体は、供給路 48 を介して第 1 筐体 20 a の第 1 液体導入部 46 a に流入した後、接続路 52 を介して第 2 筐体 20 b の第 2 液体導入部 46 b に流入する。第 2 筐体 20 b を流出した液体は、排出路 50 を介して再び培養槽に戻る。このように構成された育成状態測定装置 5 では、第 1 および第 2 液体導入部 46 a、46 b に液体が常に入っていることになる。

【0086】

以上のように、本実施形態によれば、第 4 実施形態と同様に、植物性プランクトンの生細胞数と密度との関係を容易に測定することができる。また、外光による測定精度の悪化を防止することができ、簡単に相関値を求めることができ、植物性プランクトンの育成状態をより明確に測定することができる。また、使用者は相関値の推移から育成状態が悪化した又は良好である等の情報を得ることができ、動物性プランクトンの育成に役立てることができる。さらには、測定を行う前の作業が簡素化され、用いる容器によって測定結果がばらついてしまうという事態を解消することができ、リアルタイムな測定を行うこともできる。

【0087】

また、本実施形態では、光源 10 は、第 1 筐体 20 a 内と第 2 筐体 20 b 内にそれぞれ設けられ、第 1 筐体 20 a 内で液体の吸光度または散乱光の光量が測定され、第 2 筐体 20 b 内で遅延発光の光量が測定される。このため、吸光度または散乱光の光量と遅延発光の光量とのそれぞれの測定で好適な波長の測定光を液体に照射することができる。

【0088】

(第 6 実施形態)

次に、植物性プランクトンの育成状態測定装置の第 6 実施形態について説明する。図 15 は、本発明の第 6 実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。

【0089】

育成状態測定装置 6 では、筐体 20 内で測定と培養とが可能となっている。このため、筐体 20 は、培養槽としても機能する。育成状態測定装置 6 の光源 54 は、所定波長の測定光に加え、植物性プランクトンを培養するための培養光をさらに照射する。つまり、育成状態測定装置 6 の光源 54 は、植物プランクトンを培養するための光源と、植物プランクトンの生細胞と密度とを測定するための光源とを兼ねている。光源 54 からの光の波長は、350 nm ~ 750 nm である。この波長範囲内の光が液体に照射されると、植物性プランクトンは光合成でき、測定も行うことができる。また、光源 54 は、筐体 20 内の液体に光が均一に照射されるように、パネル状や長尺状などに形成されている。

【0090】

以上のように、本実施形態によれば、第 2 実施形態と同様に、植物性プランクトンの生細胞数と密度との関係を容易に測定することができる。また、外光による測定精度の悪化を防止することができ、簡単に相関値を求めることができ、植物性プランクトンの育成状態をより明確に測定することができる。また、使用者は相関値の推移から育成状態が悪化した又は良好である等の情報を得ることができ、動物性プランクトンの育成に役立てることができる。さらには、測定を行う前の作業が簡素化され、用いる容器によって測定結果がばらついてしまうという事態を解消することができる。

【0091】

また、本実施形態では、筐体 20 内で植物性プランクトンを培養することが可能となる。

【0092】

(第 7 実施形態)

次に、植物性プランクトンの育成状態測定装置の第 7 実施形態について説明する。図 16 は、本発明の第 7 実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。

【0093】

育成状態測定装置 7 は、筐体 20 内に光源 10、第 1 測定部 12 および第 2 測定部 14 をそれぞれ複数有している。複数の光源 10 それぞれは、複数の第 1 測定部 12 のいずれかと対向して設けられているか、又は、複数の第 2 測定部 14 のいずれかと対向して設けられている。この場合、複数の第 1 測定部 12 のそれぞれは、対向する光源 10 からの光による吸光度または散乱光の光量を個別に測定することが可能である。また、複数の第 2 測定部 14 のそれぞれも、遅延発光の光量を個別に測定することが可能である。このため、それらの測定結果を平均化等することが可能となり、測定精度を向上させることができる。

【0094】

また、複数の光源 10 からの光の波長がそれぞれ異なる場合には、複数の光波長の吸光度または散乱光の光量及び遅延発光の光量を測定することが可能となる。この場合、各波長に応じた測定結果が得られるため、相関値の演算パラメータが増加することになり、測定精度を向上させることができる。

【0095】

また、複数の光源 10 を、幅広い波長域を発光可能な光源としてもよい。この場合、異なる検出波長特性の第 1 光センサ 12a 及び第 2 光センサ 14a を複数設置することによって、より簡便に複数波長の吸光度または散乱光の光量及び遅延発光の光量を測定することができる。

【0096】

なお、第 7 実施形態では、複数の第 2 測定部 14 のそれぞれは、複数の光源 10 のいずれかと対向しているが、複数の光源 10 の設置位置にかかわらず遅延発光を受光可能なので、対向していなくともよい。

【0097】

以上のように、本実施形態によれば、第 2 実施形態と同様に、植物性プランクトンの生細胞数と密度との関係を容易に測定することができる。また、外光による測定精度の悪化を防止することができ、簡単に相関値を求めることができ、植物性プランクトンの育成状態をより明確に測定することができる。また、使用者は相関値の推移から育成状態が悪化した又は良好である等の情報を得ることができ、動物性プランクトンの育成に役立てることができる。さらには、測定を行う前の作業が簡素化され、用いる容器によって測定結果がばらついてしまうという事態を解消することができる。

【0098】

また、本実施形態では、第 1 測定部 12 や第 2 測定部 14 の設置箇所によって、測定された吸光度または散乱光の光量、および遅延発光の光量が異なる場合にも、それらの測定結果を平均化等することが可能となる。従って、吸光度または散乱光の光量、および遅延発光の光量の測定精度を向上させることができる。また、複数の光源 10 からの光の波長がそれぞれ異なる場合には、複数の波長に係る吸光度または散乱光の光量、および遅延発光の光量を測定するため、相関値の演算パラメータが増加することになり、測定精度を向上させることができる。さらに、複数の光源 10 を幅広い波長域を発光可能な光源とした場合には、より簡便に複数波長に係る吸光度または散乱光の光量、および遅延発光の光量を測定することができる。

【0099】

(第 8 実施形態)

次に、植物性プランクトンの育成状態測定装置の第 8 実施形態について説明する。図 17 は、本発明の第 8 実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。

【0100】

育成状態測定装置 8 は、散乱光量を用いて植物性細胞の密度を計測する場合の構成であり、光源 10 の光照射方向に対向する位置に光を吸収する光トラップ 60 が配置されている。本実施形態の場合、植物性細胞の密度は光源 10 の光照射によって生じる散乱光を測定部 62 により測定し、それに続き測定部 62 により遅延発光を計測する。光源からの光は

光トラップにより捕獲されるため測定部 6 2 では植物性細胞により散乱された散乱光のみが測定され細胞密度に相関のある値を得ることができる。

【0101】

本実施形態では、測定対象の特性により測定部 6 2 に入射する散乱光量が測定部 6 2 の検出能力に合致するように、フィルタ 3 0 の透過率を可変にしたり、シャッタ 3 4 の開口度を調節したり、光源の発光光量を調節することが有効である。また、測定部 6 2 のセンサーに幅広いダイナミックレンジをもつアバランシェフォトダイオードなどを用いることも有効である。

【0102】

以上のように、本実施形態によれば、測定部 6 2 により、所定波長の測定光に対する液体の散乱光の光量と、植物性細胞から生じる遅延発光の光量とが測定される。したがって、第 1 実施形態と同様に、植物性プランクトンの生細胞数と密度との関係を容易に測定することができる。また、測定部 6 2 を一つとすることができるため装置の簡素化が可能であり、製造コストの削減が可能となる。

【0103】

(第 9 実施形態)

次に、植物性プランクトンの育成状態測定装置の第 9 実施形態について説明する。図 1 8 は、本発明の第 9 実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。

【0104】

育成状態計測装置 9 は、測定部 6 4 のみを用いて吸光度と遅延発光量を計測しを用いて植物性細胞の密度を計測するための装置構成である。本実施形態では、光源 1 0 は測定部 6 4 と対向する位置に設置されているか、反射などその他の方法により光源 1 0 からの光が測定部 6 4 に入射するようになっている。測定部 6 4 は光源 1 0 から照射された光によって測定試料の吸光度を測定することができる。この場合、測定対象の特性により測定部 6 4 に入射する散乱光量が測定部 6 4 の検出能力に合致するように、フィルタ 3 0 の透過率を可変にしたり、シャッタ 3 4 の開口度を調節したり、光源の発光光量を調節することが有効である。また、測定部 6 4 のセンサーに幅広いダイナミックレンジをもつアバランシェフォトダイオードなどを用いることも有効である。

【0105】

以上のように、本実施形態によれば、測定部 6 4 により、所定波長の測定光に対する液体の吸光度と、植物性細胞から生じる遅延発光の光量とが測定される。したがって、第 1 実施形態と同様に、植物性プランクトンの生細胞数と密度との関係を容易に測定することができる。また、測定部 6 4 を一つとすることが可能であり、かつ光トラップ 6 0 も不要であるためさらなる装置の簡素化が可能であり、製造コストの削減が可能となる。

【0106】

なお、上述した第 1 ～第 9 実施形態では、筐体 2 0 内に第 1 測定部 1 2 および第 2 測定部 1 4 が収容されているが、本発明はこれに限られるものではなく、第 1 光センサ 1 2 a および第 2 光センサ 1 4 a が筐体 2 0 内に収容され、吸光度または散乱光量算出部 1 2 b および遅延発光量算出部 1 4 b は、筐体 2 0 外に設けられていてもよい。

【0107】

また、上述した第 1 ～第 9 実施形態では、植物性プランクトンを測定の対象としたが、本発明はこれに限られるものではなく、測定の対象は藻類、藻類の細片および光合成活性を有するプロトプラスト、カルス、その他光合成能を有する微生物等であっても良い。また、吸光度算出部 1 2 b、遅延発光量算出部 1 4 b および算出部 3 8 は、別々の CPU により構成されてもよいし、同じ CPU により構成されてもよい。また、第 2 ケーブル 4 4 を廃し解析部 1 6 と制御部 1 8 を同一筐体とすることにより装置の構成を簡略化してもよい。

【0108】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明によれば、植物性細胞の生細胞数と密度との関係を容易に測定可能な植物性細胞の育成状態測定装置および育成状態測定方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。

【図2】第1実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成を示すブロック図である。

【図3】植物性プランクトンの育成状態測定装置の動作を示すフローチャートである。

【図4】生細胞を含む割合がほぼ100%の液体と、死細胞を含む割合がほぼ100%の液体との2種類の液体の測定結果を比較したグラフであり、(a)は吸光度法に基づいて測定された結果を示し、(b)は蛍光法に基づいて測定された結果を示し、(c)は遅延発光法に基づいて測定された結果を示している。

10

【図5】液体中の植物性プランクトンの密度に対して各測定方法により得られる数値を示すグラフであり、(a)は吸光度法に基づいて測定された結果を示し、(b)は蛍光法に基づいて測定された結果を示し、(c)は遅延発光法に基づいて測定された結果を示している。

【図6】散乱光量と細胞密度の関係を表したグラフである。

【図7】生細胞と死細胞における散乱光量の計測結果を示すグラフであり、(a)は植物性細胞が高い光吸収を持つ680nmの波長の光を測定光とした場合の結果を示し、(b)は植物性細胞が光吸収を持たない780nmの波長の光を測定光とした場合の結果を示している。

20

【図8】植物性プランクトンを含む液体の生細胞の割合に対する相関値を示すグラフである。

【図9】生育条件に対する相関値を示すグラフである。

【図10】相関値の推移を説明するグラフであり、表示部での表示例を示している。

【図11】第2実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。

【図12】第3実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。

【図13】第4実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。

【図14】第5実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。

【図15】第6実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。

30

【図16】第7実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。

【図17】第8実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。

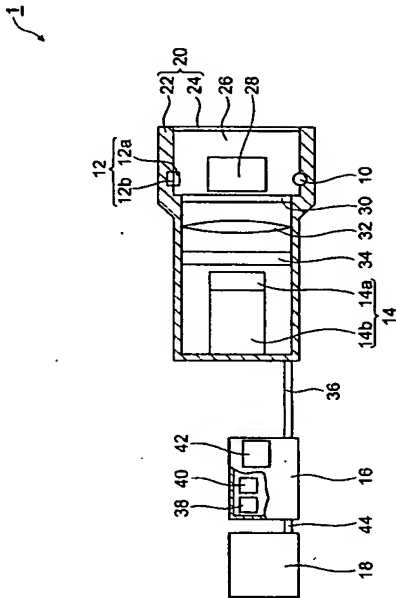
【図18】第9実施形態に係る植物性プランクトンの育成状態測定装置の構成図である。

【符号の説明】

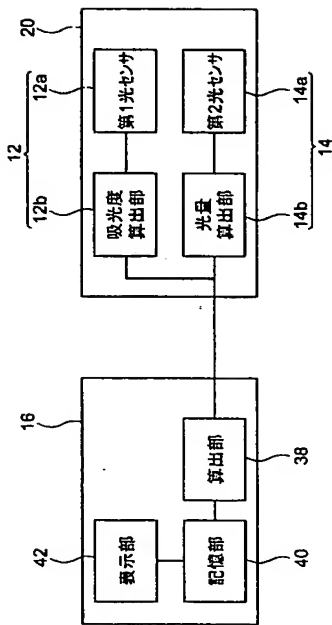
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9…育成状態測定装置、10, 54…光源、12…第1測定部、12a…第1光センサ、12b…吸光度算出部、14…第2測定部、14a…第2光センサ、14b…遅延発光量算出部、20…筐体、20a…第1筐体、20b…第2筐体、22…本体部、24…蓋部、26…導入口、28…設置部、38…算出部、40…記憶部、42…表示部、46…液体導入部、46a…第1液体導入部、46b…第2液体導入部、48, 48a, 48b…供給路、50, 50a, 50b…排出路、60…光トラップ、62, 64…測定部。

40

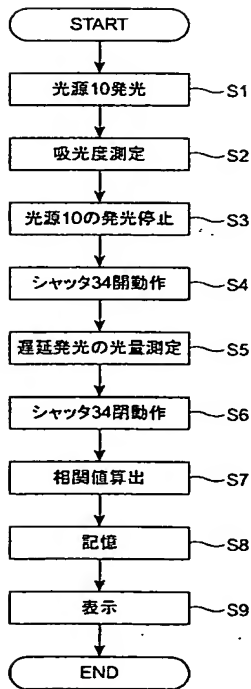
【 図 1 】



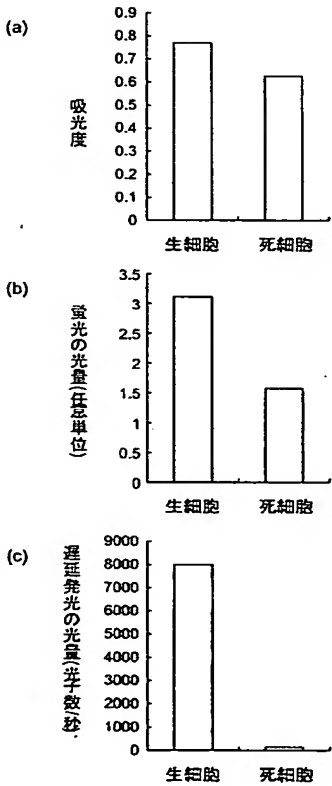
【 図 2 】



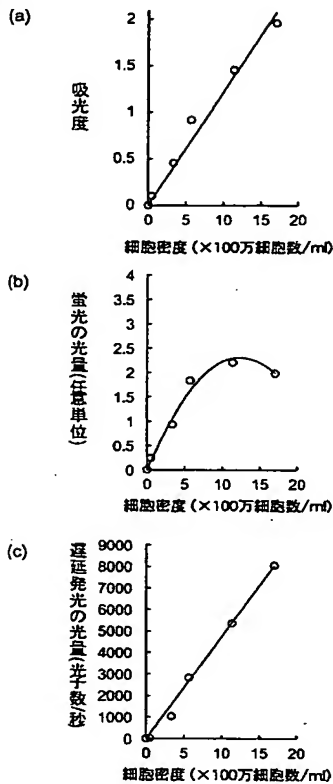
【 図 3 】



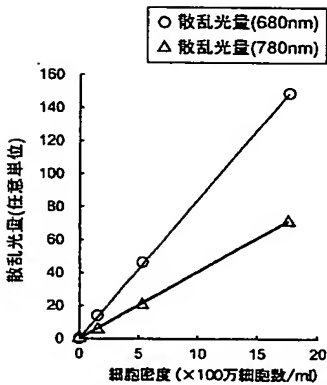
【 図 4 】



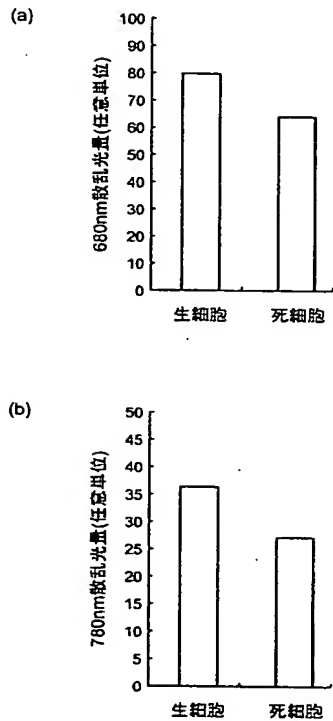
【 図 5 】



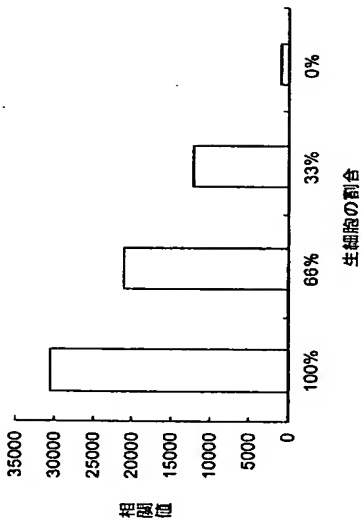
【 図 6 】



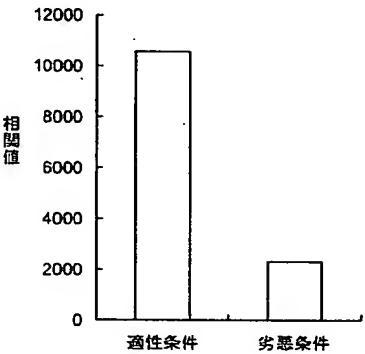
【 図 7 】



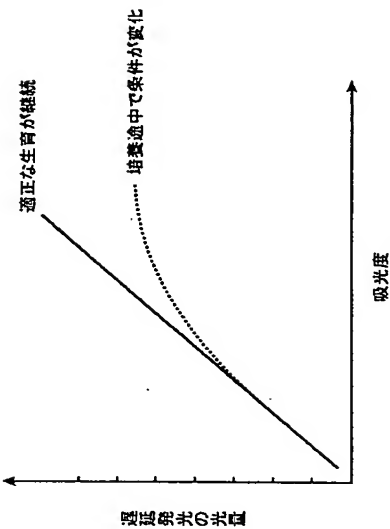
【 図 8 】



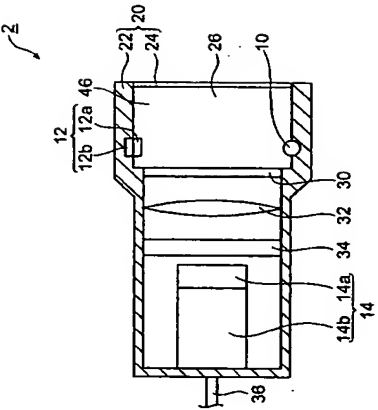
【 図 9 】



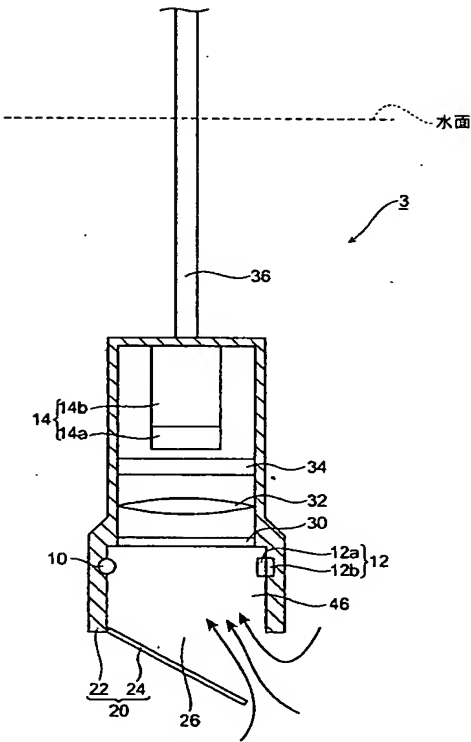
【 図 10 】



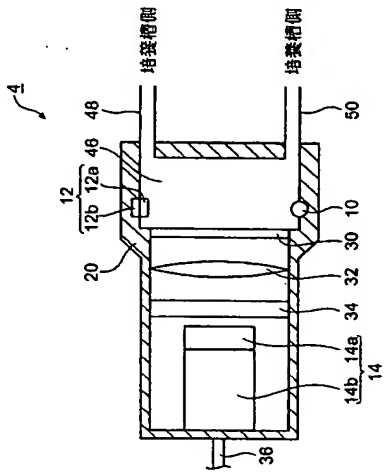
【 図 11 】



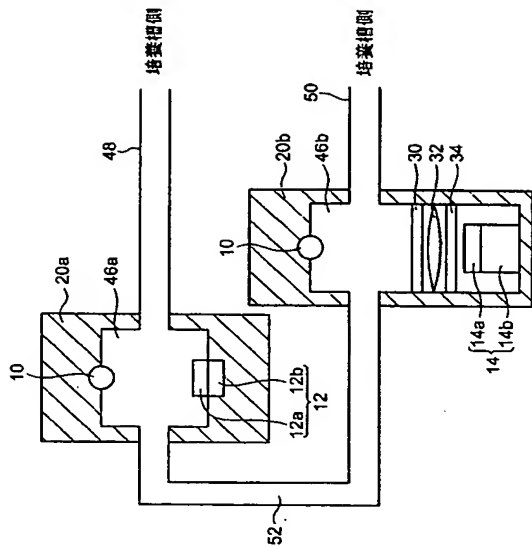
【 図 12 】



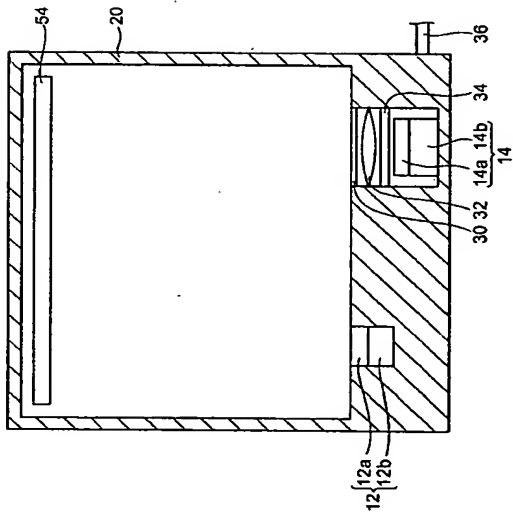
【 図 1 3 】



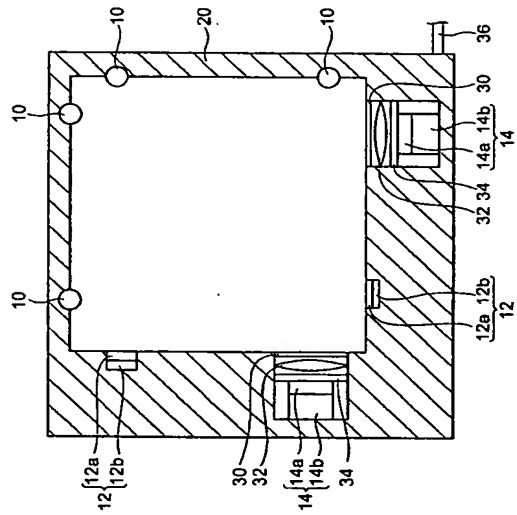
【 図 1 4 】



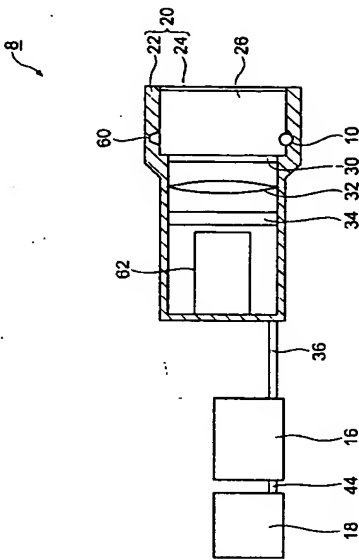
【 図 1 5 】



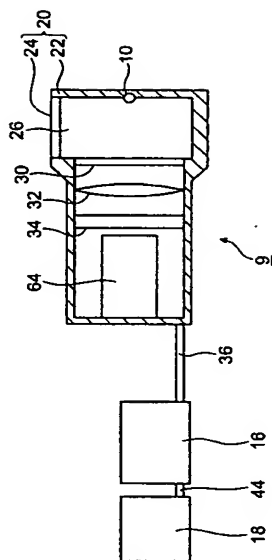
【 図 1 6 】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き(51)Int. Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

G O 1 N 33/483

C

F ターム(参考) 2G043 AA01 AA03 BA16 CA04 DA05 EA06 EA13 EA14 FA06 HA01
HA11 KA01 KA02 KA05 LA01 MA01 NA01 NA02 NA06
2G045 AA28 AA31 CB20 CB21 FA11 FA29 GC10 GC11 GC15
2G059 AA01 AA05 BB14 DD12 EE01 EE02 EE06 EE11 GG03 GG08
HH01 HH02 HH06 JJ11 JJ23 KK01 KK03 MM01 MM02 NN01
PPO4